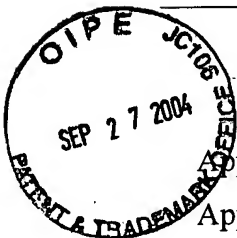


IFW

Docket No.: SHIN1.002AUS

Customer No.: 20,995



AMENDMENT / RESPONSE TRANSMITTAL

Applicant : Jung-Keun Park
App. No. : 10/737,223
Filed : December 16, 2003
For : APPARATUS AND METHOD
FOR PERFORMING
CHANNEL ESTIMATIONS
USING NON-LINEAR FILTER
Examiner : Unknown
Art Unit : 2681

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence and all marked attachments are being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on

9/23/04

(Date)

Mincheol Kim, Reg. No. 51,306

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Transmitted herewith for filing in the above-identified application are the following enclosures:

- (X) Certified Copy of Korean Patent Application No. 10-2003-0035580.
- (X) Return prepaid postcard.

Please charge any additional fees, including any fees for additional extension of time, or credit overpayment to Deposit Account No. 11-1410.

Mincheol Kim
Registration No. 51,306
Agent of Record
Customer No. 20,995
(619) 235-8550



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0035580
Application Number

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

출원 년 월 일 : 2003년 06월 03일
Date of Application JUN 03, 2003

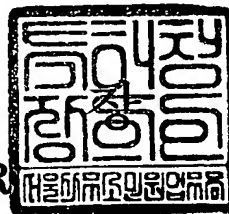
출원인 : 주식회사 팬택
Applicant(s) PANTECH CO., LTD.



2003 년 12 월 04 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】 특허출원서
【권리구분】 특허
【수신처】 특허청장
【참조번호】 0001
【제출일자】 2003.06.03
【발명의 명칭】 비선형 필터를 이용한 채널 추정 장치 및 그 방법
【발명의 영문명칭】 Apparatus and Method for Estimating Channel by Non-linear Filter
【출원인】
【명칭】 주식회사 팬택
【출원인코드】 1-1998-004053-1
【대리인】
【명칭】 특허법인 신성
【대리인코드】 9-2000-100004-8
【지정된변리사】 변리사 신윤정, 변리사 원석희, 변리사 박해천
【포괄위임등록번호】 2002-089790-8
【발명자】
【성명의 국문표기】 박정근
【성명의 영문표기】 PARK, Jung Keun
【주민등록번호】 760203-1568114
【우편번호】 138-743
【주소】 서울특별시 송파구 가락2동 극동아파트 1-702
【국적】 KR
【공지에외적용대상증명서류의 내용】
【공개형태】 간행물 발표
【공개일자】 2002.12.31
【공지에외적용대상증명서류의 내용】
【공개형태】 간행물 발표
【공개일자】 2003.04.30
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 특허법인 신성 (인)



1020030035580

출력 일자: 2003/12/13

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 5 면 5,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 6 항 301,000 원

【합계】 335,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 공지예외적용대상(신규성상실의예
외, 출원시의특례)규정을 적용받 기 위한 증명서류_1통

【요약서】**【요약】****1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야**

본 발명은 이동 통신망의 채널 추정 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 PADD 알고리즘에 비선형 필터를 결합시켜 채널 환경을 추정하는 장치 및 그 방법에 관한 것임

2. 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제

비선형 필터를 이용함으로써 전체적으로 구조가 간단하고 성능이 향상된 채널 추정 장치 및 그 방법을 제공하는데 그 목적이 있음.

3. 발명의 해결방법의 요지

본 발명은 파일롯 심볼의 평균값을 계산하는 평균필터부, 상기 평균값으로부터 선형 보간 알고리즘에 의해 예비적 채널 변화 추정값을 계산하는 인터폴레이터부, 상기 예비적 채널 변화 추정값을 이용하여 소정시간 지연된 데이터 심볼의 채널 변화값을 보상하는 채널보상부, 상기 보상된 데이터 심볼에 근거하여 예비적으로 데이터 심볼의 부호를 판별하는 신호판별부, 상기 신호판별부의 출력신호와 소정시간 지연된 데이터 심볼에 근거하여 생(raw)채널 추정값을 계산하는 생채널추정부 및 상기 예비적 채널 변화 추정값과 상기 생(raw)채널 추정값에 근거하여 최종 채널 변화 추정값을 계산하는 비선형 필터부를 포함함.

4. 본 발명의 중요한 용도

본 발명은 WCDMA 수신기에 장착될 수 있음.



1020030035580

출력 일자: 2003/12/13

【대표도】

도 5

【색인어】

WCDMA, 파일럿 심볼, 데이터 심볼, 채널 추정

【명세서】

【발명의 명칭】

비선형 필터를 이용한 채널 추정 장치 및 그 방법 { Apparatus and Method for Estimating Channel by Non-linear Filter }

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 PA 알고리즘을 구현하기 위한 채널 추정 장치의 구성도,

도 2는 종래의 PADD 알고리즘을 구현하기 위한 채널 추정 장치의 구성도,

도 3은 일반적인 WCDMA 순방향 시스템의 송신기 구성도,

도 4는 일반적인 WCDMA 순방향 시스템의 수신기 구성도,

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 채널 추정 장치의 구성도,

도 6a 와 도 6b는 본 발명의 실시예에 따른 채널 추정 장치를 구비한 수신기의 모의실험 결과를 나타낸 도면이다.

<도면의 주요 참조부호에 대한 설명>

100 : 송산부 102 : 평균필터부

104 : 인터폴레이터부 106 : 신호지연부

108 : 신호보상부 110 : 신호판단부

112 : 생채널추정부 114 : 비선형필터부

116 : 신호보상부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <13> 본 발명은 WCDMA 이동통신 단말기의 채널 추정 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 PADD 알고리즘에 비선형 필터를 결합시켜 채널 환경을 추정하는 장치 및 그 방법에 관한 것이다.
- <14> 일반적으로 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)의 순방향 시스템은 용량 증대를 위하여 타임슬롯 단위의 통화 채널에 데이터 심볼과 파일럿 심볼을 시간적으로 다중화한 채널구조를 가지고 있다. 이와 같은 파일럿 심볼과 데이터 심볼을 시간적으로 다중화시켜 전송하는 통신 시스템에서의 채널 추정 방법은 PA(Pilot-Aided) 알고리즘과 결정지향(Decision-Directed) 알고리즘이 알려져 있다.
- <15> 도 1은 종래의 PA 알고리즘을 구현하기 위한 채널 추정 장치의 구성도이다. 도시된 바와 같이 PA 알고리즘은 수신한 파일럿 심볼을 이용하여 파일럿 심볼 구간의 채널 변화를 추정한 후 보간 알고리즘을 채택하여 데이터 심볼 구간의 채널 변화를 보상한다.
- <16> 대표적인 PA 알고리즘으로는 위너 필터링 (Wiener filtering), 저차 가우시안 보간 (low-order Gaussian interpolation), WMSA (weighted multi-slot averaging), 고차 보간 (high-order interpolation), 선형 보간 (linear interpolation) 알고리즘 등이 있다

- <17> 하지만, PA 알고리즘은 저속 페이딩 환경에서는 성능이 우수하나, 한 슬롯의 채널 추정을 위해서 다음 슬롯의 파일럿 심볼이 필요하므로 한 슬롯 동안의 시간지연이 발생하고, 고속 페이딩 환경에서 그 성능이 저하되는 단점이 있다.
- <18> 한편, 결정지향 알고리즘은 데이터 심볼이 가지고 있는 채널 정보를 채널 추정에 이용하는 방법으로 데이터 심볼이 가지고 있는 채널 정보를 채널 추정에 이용하기 때문에 PA 알고리즘에 비해 성능이 뛰어나지만, 결정 오류가 전파되는 경우에 성능이 급격히 저하되는 단점이 있다.
- <19> 이러한 단점을 보완하기 위하여 PA 알고리즘과 결정지향 알고리즘이 혼합된 형태의 PADD(Pilot-Aided Decision Directed) 알고리즘에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- <20> 도 2는 종래의 PADD 알고리즘을 구현하기 위한 채널 추정 장치의 구성도이다. 도시된 바와 같이 PADD 알고리즘은 첫 번째 단계에서 선형 보간 알고리즘을 이용하여 예비적인 채널 추정과 데이터를 결정한 후, 데이터 심볼의 채널 정보를 이용하여 최종적인 채널 추정을 하고 데이터를 결정하는 방식이다.
- <21> PADD 알고리즘은 채널 추정을 위하여 데이터 심볼과 파일럿 심볼의 정보를 모두 이용하기 때문에 기존의 보간 알고리즘이나 결정지향 알고리즘에 비해 성능이 우수하고 오류가 전파되는 문제도 보완할 수 있다.
- <22> 하지만, PADD 알고리즘은 PA 알고리즘이 가지고 있는 시간 지연 문제를 그대로 가지고 있으며, 판별장치의 구조가 매우 복잡하여 구현이 어려운 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <23> 본 발명은 상술한 문제를 해결하기 위해 창안된 것으로서, PADD 알고리즘의 판별장치를 제거하고 비선형 필터를 이용함으로써 전체적으로 구조가 간단하고 성능이 향상된 채널 추정 장치 및 그 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- <24> 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기에 설명될 것이며, 본 발명의 실시예에 의해 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 조합에 의해 실현될 수 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <25> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 파일럿 심볼의 평균값을 계산하는 평균필터부, 상기 평균값으로부터 선형 보간 알고리즘에 의해 채널 변화 추정값을 계산하는 인터플레이터부, 상기 채널 변화 추정값을 이용하여 소정시간 지연된 데이터 심볼의 채널 변화값을 보상하는 채널보상부, 상기 보상된 데이터 심볼에 근거하여 예비적 데이터 심볼의 부호를 판별하는 신호판별부, 상기 신호판별부의 출력신호와 소정시간 지연된 데이터 심볼에 근거하여 생(raw)채널 추정값을 계산하는 생채널추정부 및 상기 인터플레이터부의 채널 변화 추정값과 상기 생(raw)채널 추정값에 근거하여 최종 채널 변화 추정값을 계산하는 비선형 필터부를 포함하는 비선형 필터를 포함한다.
- <26> 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 파일럿 심볼의 평균값을 계산하는 제1단계, 상기 평균값으로부터 선형 보간 알고리즘에 의해 예비적 채널 변화 추정값을 계산하는 제2단계, 상기 예비적 채널 변화 추정값을 이용하여 소정시간 지연된 데이터 심볼의 채널

변화값을 보상하는 제3단계, 상기 보상된 데이터 심볼에 근거하여 예비적으로 데이터 심볼의 부호를 판별하는 제4단계, 상기 데이터 심볼의 부호와 소정시간 지연된 데이터 심볼에 근거하여 생(raw)채널 추정값을 계산하는 제5단계 및 상기 예비적 채널 변화 추정값과 상기 생(raw)채널 추정값에 근거하여 비선형 필터를 이용하여 최종 채널 변화 추정값을 계산하는 제6단계를 포함한다.

<27> 이하 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

<28> 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

<29> 도 3은 일반적인 WCDMA 순방향 시스템의 송신기 구성도이다. 도면을 참조하면 송신하고자 하는 신호는 확산, 스크램블링 및 변조 단계를 거쳐 수신기에 전송된다.

<30> 송신하고자 하는 이진 데이터를 $b(t)$ 라고 하면, 일반적으로 $b(t)$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

<31>

$$b(t) = \sum_{m=0}^{N_d/2-1} (b_d^I[m] + jb_d^Q[m]) p_b(t - mT_b) \\ + \sum_{m=0}^{N_p/2-1} (b_p^I[m] + jb_p^Q[m]) p_b(t - mT_b),$$

$$b_d^I[m], b_d^Q[m], b_p^I[m], b_p^Q[m] \in \{\pm 1\}$$

<32>

여기서 T_b 는 비트 지속 시간이다. 또한, $b_d^I[m]$ 와 $b_d^Q[m]$ 는 각각 데이터 심볼의 동위상 (in-phase) 성분과 직교 (quadrature-phase) 성분이고, $b_p^I[m]$ 와 $b_p^Q[m]$ 는 각각 파일럿 심볼의 동위상 성분과 직교 성분이다. 또한 N_d 와 N_p 는 데이터 심볼 $b_d[m]$ 과 파일럿 심볼 $b_p[m]$ 의 입력 시퀀스의 길이이고, $p_b(t)$ 는 단위 사각펄스 (unit rectangular pulse) 이다.

<33>

전송되는 데이터/파일럿 심볼의 동위상 성분과 직교 성분은 각각 채널코드 (channelization code) $w_{ch}(t)$ 에 의해 확산된다. 주어진 채널코드는 한 칩 (chip)의 길이가 T_c 인 단위 사각펄스라고 가정한다. 확산된 신호는 다음 식과 같은 스크램블코드 (complex-valued scramble code)에 의해 스크램블링 된다.

<34>

$$C_{scr}[m] = C_{scr}^I[m] + jC_{scr}^Q[m]$$

<35> 따라서, 기저대역에서의 WCDMA 순방향 시스템의 송신기 출력은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 <36> \quad x(t) = \underbrace{\sum_{m=0}^{N_f/2-1} (b'_d[m] + j b''_d[m]) s_{m,d}(t - mT)}_{x_d(t)} \\
 &\quad + \underbrace{\sum_{m=0}^{N_f/2-1} (b'_p[m] + j b''_p[m]) s_{m,p}(t - mT)}_{x_p(t)}
 \end{aligned}$$

<37> 여기서 $b'_d[m] + j b''_d[m]$ 는 송신되는 m 번째 복소 데이터 심볼이고, $b'_p[m] + j b''_p[m]$ 는 송신되는 m 번째 복소 파일럿 심볼이다. $s_{m,d}(t)$ 와 $s_{m,p}(t)$ 는 다음 식과 같이 각각 채널코드에 의해 확산된 신호파형 $s_m(t)$ 의 데이터 심볼과 파일럿 심볼에 대한 성분이고, $x_d(t)$ 와 $x_p(t)$ 는 각각 채널코드에 의해 확산된 송신 신호파형 $x(t)$ 의 데이터 심볼과 파일럿 심볼 성분이다.

$$<38> \quad s_m(t) = \sum_{i=0}^{N_{sf}-1} w_{ch}[i] C_{scr}[i + mN_{sf}] p_c(t - iT_c)$$

<39> 여기서 N_{sf} 는 확산이득을 나타내는 상수이다.

<40> 도 4는 일반적인 WCDMA 순방향 시스템의 수신기 구성도이다. 도 1의 송신기 출력신호는 레일리 페이딩 채널과 복소 백색 가우시안 잡음 채널을 통과하며 수신기에 입력된다.

<41> 수신기에 입력되는 신호 $r(t)$ 는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{aligned}
 <42> \quad r(t) = \sum_{l=1}^L \sum_{m=0}^{N_f/2-1} \alpha_l[m] \exp(j\theta_l[m]) (b'_d[m] + j b''_d[m]) s_{m,d}(t - mT_s - \tau_l) \\
 &\quad + \sum_{l=1}^L \sum_{m=0}^{N_f/2-1} \alpha_l[m] \exp(j\theta_l[m]) (b'_p[m] + j b''_p[m]) s_{m,p}(t - mT_s - \tau_l) \\
 &\quad + n(t)
 \end{aligned}$$

- <43> 여기서 $\alpha_l[m]$ 와 $\theta_l[m]$ 는 각각 l 번째 경로 m 번째 심볼에서 페이딩 채널의 진폭과 위상 변화 값이고, $n(t)$ 는 평균이 0 이고 양방향 (two-sided) 스펙트럼 밀도가 $N_0/2$ 인 복소 백색 가우시안 잡음이다.
- <44> 도 4에 도시된 바와 같이 수신기에서는 송신기에서 이루어진 과정의 역과정(복조, 스램블링, 재확산)을 거치며 판단변수 $z_l[m]$ 를 얻는다.
- <45>
$$z_l[m] = \alpha_l[m] \exp(j\theta_l[m]) (b_l^I[m] + jb_l^Q[m]) + n_l[m]$$
- <46> 이 신호는 다음식과 같이 데이터 심볼과 파일럿 심볼에 대한 성분으로 구성되어 있다.
- <47>
$$z_l[m] = z_{d,l}[m] + z_{p,l}[m]$$
- <48> 여기서 $z_{d,l}[m]$ 는 데이터 심볼에 대한 판단변수로서 다음과 같이 표현된다.
- <49>
$$z_{d,l}[m] = \alpha_l[m] \exp(j\theta_l[m]) (b_d^I[m] + jb_d^Q[m]) + n_d[m]$$
- <50> 또한, $z_{p,l}[m]$ 는 파일럿 심볼에 대한 판단변수로서 다음과 같이 표현된다.
- <51>
$$z_{p,l}[m] = \alpha_l[m] \exp(j\theta_l[m]) (b_p^I[m] + jb_p^Q[m]) + n_p[m]$$
- <52> 여기서, $n_d[m]$ 는 데이터 심볼에 대응되는 잡음 성분이고, $n_p[m]$ 는 파일럿 심볼에 대응되는 잡음 성분이다.
- <53> 판단변수 $z_{d,l}[m]$ 와 $z_{p,l}[m]$ 는 후술하는 본 발명에 따른 채널 추정 장치의 입력 신호로 사용된다.

<54> 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 채널 추정 장치의 구성도이다. 도면을 참조하면 채널 추정 장치는 입력신호에 기준 파일럿 신호를 곱하는 승산부(100), 파일럿 심볼의 평균값을 계산하는 평균필터부(102), 상기 평균값으로부터 선형 보간 알고리즘에 의해 예비적 채널 변화 추정값을 계산하는 인터플레이터부(104), 상기 예비적 채널 변화 추정값을 이용하여 소정시간 지연된 데이터 심볼의 채널 변화값을 보상하는 채널보상부(108), 상기 보상된 데이터 심볼에 근거하여 예비적으로 데이터 심볼의 부호를 판별하는 신호판별부(110), 상기 신호판별부의 출력신호와 소정시간 지연된 데이터 심볼에 근거하여 생(raw)채널 추정값을 계산하는 생채널추정부(112), 상기 예비적 채널 변화 추정값과 상기 생(raw)채널 추정값에 근거하여 최종 채널 변화 추정값을 계산하는 비선형 필터부(114) 및 최종 채널 변화 추정값을 이용하여 데이터 심볼을 보상하는 신호보상부(116)를 포함한다.

<55> 수신기에서는 기준 파일럿 심볼에 대한 정보를 알고 있기 때문에 상기 파일럿 심볼에 대한 판단변수 $z_{p,l}[m]$ 는 다음 수식과 같이 변형하여 사용된다.

$$\text{<56> } z_{p,l}[m] = z_{p,l}[m] R_{p,l}^*[m]$$

<57> 여기서 $R_{p,l}[m]$ 는 m 번째 기준 파일럿 심볼이고, * 심볼은 공액 복소수를 의미한다. 즉, 승산부(100)에 의해 기준 파일럿 심볼 $R_{p,l}[m]$ 이 곱해진 $z_{p,l}[m]$ 가 파일럿 심볼에 대한 판단변수로 사용된다.

<58> 판단변수 $\bar{z}_{p,l}[m]$ 는 l 번째 경로의 페이딩 채널과 부가 백색 가우시안 잡음에 의한 파일럿 심볼들의 왜곡을 포함하고 있다. 따라서, 평균필터부(102)에 입력된 $\bar{z}_{p,l}[m]$ 는 다음 수식과

같이 평균값이 계산되어 k 번째 슬롯의 파일럿 심볼 구간동안의 채널 변화를 추정하는데 사용된다.

<59>

$$h_k = \frac{1}{N_p} \sum_{m=0}^{N_p-1} \bar{z}_{p,l}[m]$$

<60>

이후에 인터폴레이터부(104)는 연속된 두개의 채널 추정 계수 값인 h_{k-1} 과 h_k 을 가지고 다음식과 같은 선형 보간 알고리즘에 의해 k 번째 슬롯의 n 번째 데이터 심볼의 예비적 채널 변화 추정값 $\hat{h}_{k,n}$ 을 계산한다.

<61>

$$\hat{h}_{k,n} = h_k + n \frac{h_k - h_{k-1}}{N_d + 1}$$

<62>

상기 예비적 채널 변화 추정값 $\hat{h}_{k,n}$ 은 채널보상부(108)에 입력되어 다음 수식과 같이 신호지연부(106)에 의해 소정시간 지연된 데이터 심볼 판단변수 $z_{d,l}[m]$ 를 보상한다.

<63>

$$\bar{z}_{d,l}[m] = z_{d,l}[m] \cdot \hat{h}_m^*$$

<64>

보상된 판단변수 $\bar{z}_{d,l}[m]$ 는 다음 식과 같이 동위상 성분과 직교 성분으로 나눌 수 있다.

<65>

$$z_{d,l}[m] = z_{d,l}^I[m] + jz_{d,l}^Q[m]$$

<66> 여기서 판단변수 $\bar{z}_{d,l}[m]$ 의 동위상 성분 $\bar{z}_{d,l}^I[m]$ 과 직교 성분 $\bar{z}_{d,l}^O[m]$ 을 각각 다중 경로 결합하여 얻은 판단변수 $\bar{z}_d^I[m]$ 과 $\bar{z}_d^O[m]$ 의 부호를 이용하여 송신부에서 전송한 m 번째 데이터 심볼에 대한 동위상 성분 $\hat{b}_d^I[m]$ 과 직교 성분 $\hat{b}_d^O[m]$ 를 각각 예비적으로 복원할 수 있다.

<67> 즉, 신호판별부(110)는 다음 수식을 이용하여 데이터 심볼의 부호를 예비적으로 판별한다.

$$\begin{aligned} \hat{b}_d^I[m] &= \text{sgn}(\bar{z}_d^I[m]) \\ \hat{b}_d^O[m] &= \text{sgn}(\bar{z}_d^O[m]) \end{aligned}$$

<69> 신호판별부(110)의 출력신호는 생채널추정부(112)에 입력되고, 신호지연부(106)에 의해 소정시간 지연된 데이터 심볼 판별변수 $\bar{z}_{d,l}[m]$ 와 곱해져 생(raw)채널 추정값이 계산된다.

<70> l 번째 경로 k 번째 슬롯의 n 번째 심볼에 대한 생 (raw) 채널 추정값 $\tilde{h}_{l,k,n}$ 를 구하는 생 채널추정부(112)의 함수는 다음식과 같다.

$$\tilde{h}_{l,k,n} = \bar{z}_{d,l}[m] \cdot \hat{b}_d^*[m]$$

<72> 상기 인터폴레이터부(104)에서 계산된 예비적 채널 변화 추정값 $\hat{h}_{k,n}$ 과 생채널추정부(112)에서 계산된 생 (raw) 채널 추정값 $\tilde{h}_{l,k,n}$ 은 비선형필터부(114)에 입력되어 최종적인 채널 변화 추정값이 계산된다.

<73> 비선형필터부(114)는 TDL(tapped delay line) 형태로서 전체 탭수가 I 라고 하면, 각 탭당 주어지는 가중치(필터 계수)는 $1/I$ 인 것이 바람직하다.

<74> 비선형필터부(114)는 인덱스(index)가 0 인 경우에만 예비적인 채널 추정값을 취하고 나머지 인덱스에 대해서는 모두 생채널 추정값을 취하여 다음 식과 같은 최종 채널 변화 추정값을 계산한다.

$$\text{<75> } y_k[n] = \sum_{i=1}^{(I-1)/2} w_{i-(I-1)/2} \tilde{h}_{k,n+i} + w_0 \hat{h}_{k,n-(I-1)/2} + \sum_{i=1}^{(I-1)/2} w_i \tilde{h}_{k,n-i-(I-1)/2}$$

<76> 여기서 $\hat{h}_{k,n}$ 와 $\tilde{h}_{k,n}$ 는 각각 예비적 채널 추정과 생채널 추정을 통해 얻은 k 번째 슬롯 n 번째 심볼에 대한 채널 변화 추정값이다.

<77> 각각의 펄스에서 최종 채널 추정이 이루어지며, 최종 데이터 결정전에 다중 경로 결합을 한다.

<78> 이후에, 신호보상부(116)는 비선형필터부(114)에 계산된 최종 채널 추정값을 이용하여 소정시간 지연된 데이터 심볼 판별 변수 $z_{dl}[m]$ 를 보상함으로써 송신기에서 송신한 데이터 심볼과 근접하도록 한다.

<79> 상술한 바와 같이 본 발명은 PADD 알고리즘의 복잡한 판단장치가 요구되지 않기 때문에 그 구현이 용이할 뿐만 아니라 기존 채널 추정장치보다 훨씬 뛰어난 성능을 발휘한다.

<80> 도 6a 와 도 6b는 본 발명의 채널 추정 장치를 구비한 수신기의 모의실험결과를 나타낸 도면이다. 도 6a와 도 6b는 신호 대 잡음비를 0dB에서 30dB 까지 변화시키면서 각각 수신기를 120Km, 250Km 속도로 이동시키면서 비트 오차율을 측정한 그래프이다.

<81> 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 채널 추정 장치의 성능곡선(208)은 기존의 PA 알고리즘을 이용한 채널 추정 장치의 성능 곡선(202)과 기존의 PADD 알고리즘을 이용한 채널 추정 장치의 성능 곡선(204, 206) 보다 비트 오차율이 현저히 작음을 알 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 채널

널 추정 장치의 성능곡선(208)은 기존 장치에 비해 완전 성능 곡선(210)에 더욱 가까워진 것을 확인할 수 있다.

<82> 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 특허 청구범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

【발명의 효과】

<83> 본 발명에 따른 비선형 필터를 이용한 채널 추정 장치 및 그 방법에 따르면 예비적 채널 추정값과 생채널 추정값에 가중치를 두어 다중 결합하는 비선형 필터를 사용함으로써 기존의 채널 추정 장치보다 우수한 성능을 갖는다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

파일럿 심볼의 평균값을 계산하는 평균필터부;

상기 평균값으로부터 선형 보간 알고리즘에 의해 예비적 채널 변화 추정값을 계산하는 인터폴레이터부;

상기 예비적 채널 변화 추정값을 이용하여 소정시간 지연된 데이터 심볼의 채널 변화값을 보상하는 채널보상부;

상기 보상된 데이터 심볼에 근거하여 예비적으로 데이터 심볼의 부호를 판별하는 신호 판별부;

상기 신호판별부의 출력신호와 소정시간 지연된 데이터 심볼에 근거하여 생(raw)채널 추정값을 계산하는 생채널추정부; 및

상기 예비적 채널 변화 추정값과 상기 생(raw)채널 추정값에 근거하여 최종 채널 변화 추정값을 계산하는 비선형 필터부;

를 포함하는 비선형 필터를 이용한 채널 추정 장치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 비선형 필터부는

지연라인을 갖는 다수의 탭 형태로서 상기 예비적 채널 변화 추정값에 가중치를 부여하는 하나의 탭과 상기 생(raw)채널 추정값에 가중치를 부여하는 나머지 탭들로 구성되고,

상기 탭들의 출력신호를 결합하여 최종 채널 변화 추정값을 계산하는 것을 특징으로 하는 비선형 필터를 이용한 채널 추정 장치.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

상기 가중치는 상기 비선형 필터부의 탭 수의 역수인 것을 특징으로 하는 비선형 필터를 이용한 채널 추정 장치.

【청구항 4】

파일럿 심볼의 평균값을 계산하는 제1단계;

상기 평균값으로부터 선형 보간 알고리즘에 의해 예비적 채널 변화 추정값을 계산하는 제2단계;

상기 예비적 채널 변화 추정값을 이용하여 소정시간 지연된 데이터 심볼의 채널 변화값을 보상하는 제3단계;

상기 보상된 데이터 심볼에 근거하여 예비적으로 데이터 심볼의 부호를 판별하는 제4단계;

상기 데이터 심볼의 부호와 소정시간 지연된 데이터 심볼에 근거하여 생(raw)채널 추정값을 계산하는 제5단계; 및

상기 예비적 채널 변화 추정값과 상기 생(raw)채널 추정값에 근거하여 비선형 필터를 이용하여 최종 채널 변화 추정값을 계산하는 제6단계;

를 포함하는 비선형 필터를 이용한 채널 추정 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 비선형 필터는

지연라인을 갖는 다수의 탭 형태로서 상기 예비적 채널 변화 추정값에 가중치를 부여하는 하나의 탭과 상기 생(raw)채널 추정값에 가중치를 부여하는 나머지 탭들로 구성되고,

상기 탭들의 출력신호를 결합하여 최종 채널 변화 추정값을 계산하는 것을 특징으로 하는 비선형 필터를 이용한 채널 추정 방법.

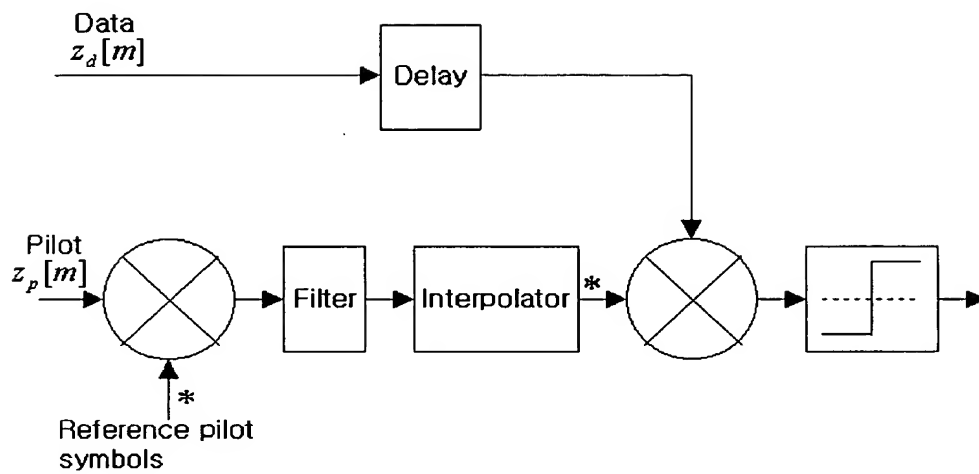
【청구항 6】

제 5 항에 있어서,

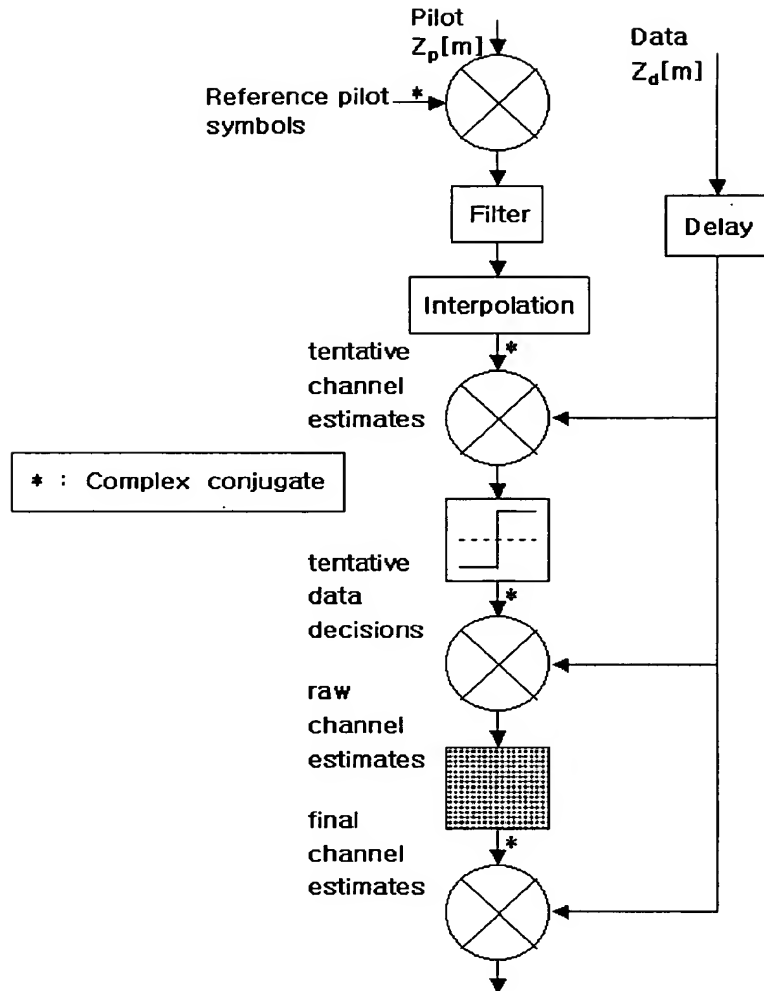
상기 가중치는 상기 비선형 필터의 탭 수의 역수인 것을 특징으로 하는 비선형 필터를 이용한 채널 추정 방법.

【도면】

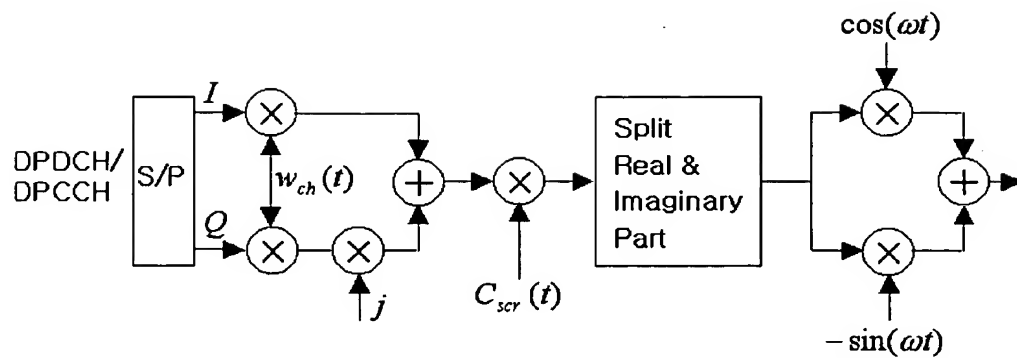
【도 1】



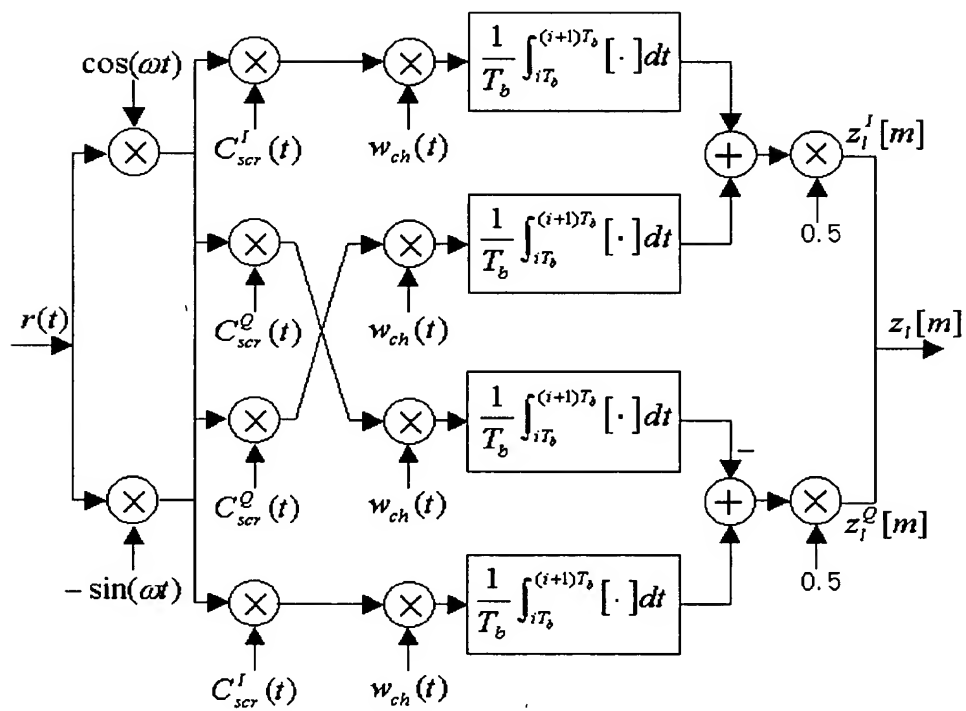
【도 2】



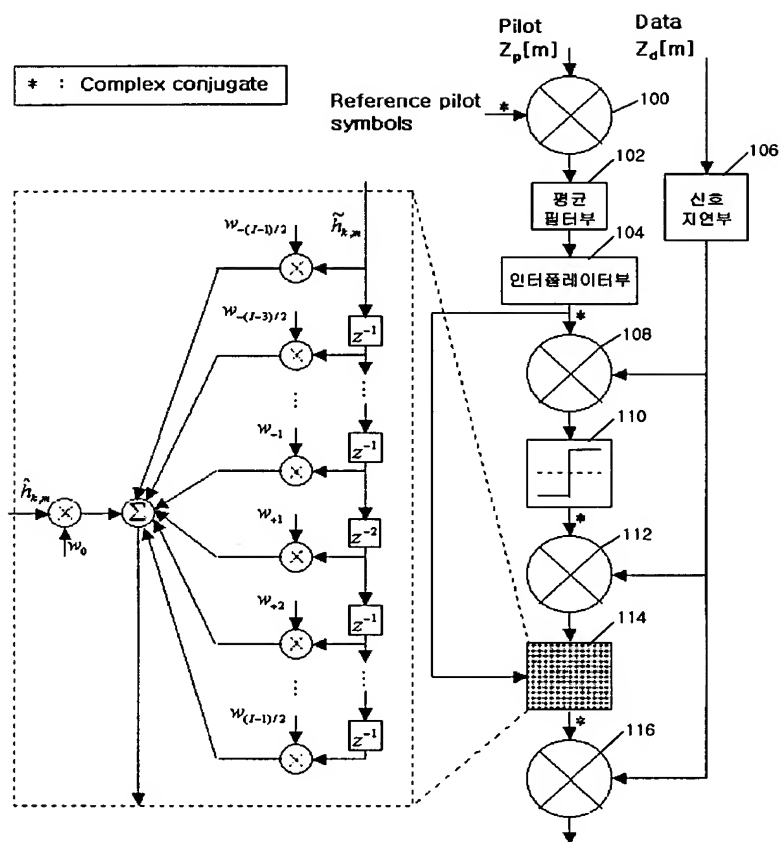
【도 3】



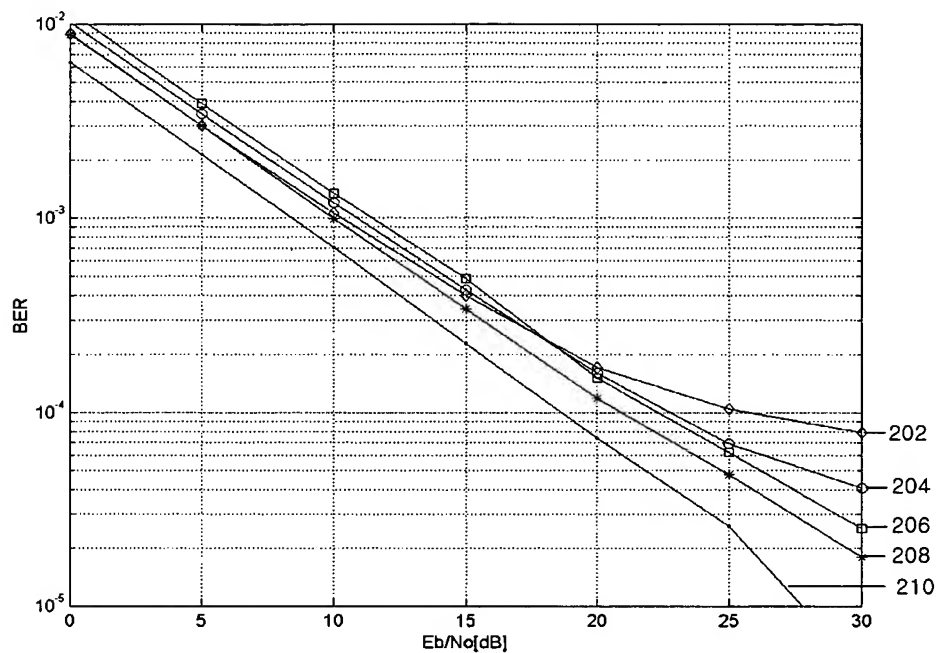
【도 4】



【도 5】



【도 6a】



【도 6b】

